

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-298606

(43)Date of publication of application : 17.10.2003

(51)Int.Cl.

H04L 12/44

(21)Application number : 2002-094981

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 29.03.2002

(72)Inventor : NISHIMURA KAZUTO

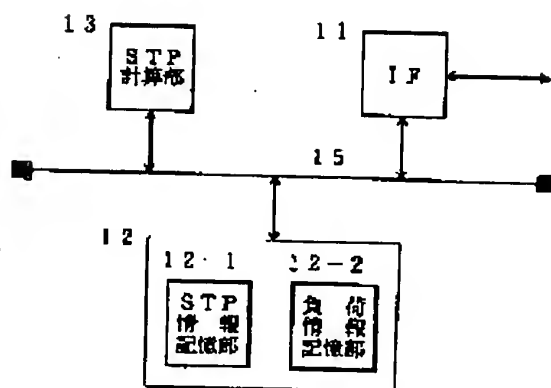
## (54) SPANNING TREE SETTING SYSTEM

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a spanning tree setting system capable of distributing loads of a bridge network by reducing overlaps of spanning trees when the spanning trees are set by a multiple spanning tree protocol.

**SOLUTION:** Information on states of the spanning trees which have already set is stored into a memory of a bridge consisting of the bridge network for storing spanning tree protocol information in the memory, and when a spanning tree is newly set from a root bridge to a specific bridge, a path consisting of a new spanning tree is selected with reference to the stored information.

本発明のSTP処理モジュールの構成(その1)



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 03.03.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 30.01.2007

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2007-006135

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 01.03.2007

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-298606

(P2003-298606A)

(43) 公開日 平成15年10月17日 (2003. 10. 17)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 4 L 12/44

識別記号

3 0 0

F I

H 0 4 L 12/44

テマコード\* (参考)

3 0 0

5 K 0 3 3

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2002-94981 (P2002-94981)

(22) 出願日 平成14年3月29日 (2002. 3. 29)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(72) 発明者 西村 和人

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 100072590

弁理士 井桁 貞一

Fターム(参考) 5K033 AA03 CB08 DA05 DB01 DB12  
DB17 DB18 DB19 EC04

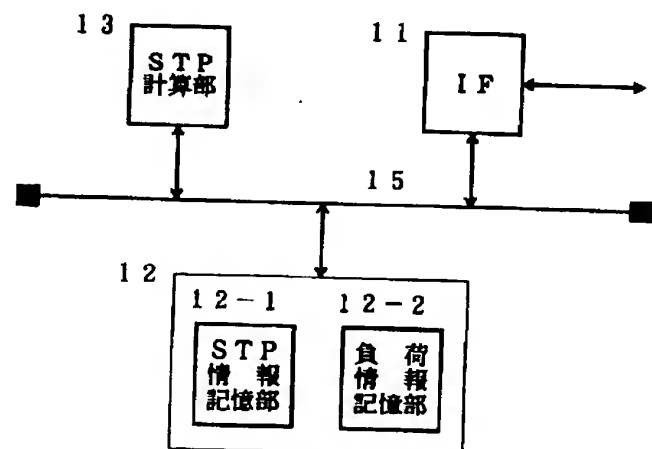
(54) 【発明の名称】 スパニング・ツリー設定方式

(57) 【要約】

【課題】 マルチプル・スパニング・ツリー・プロトコルによってスパニング・ツリーを設定する場合に、スパニング・ツリーの重なりを軽減してブリッジ・ネットワークの負荷を分散することができるスパニング・ツリー設定方式を提供する。

【解決手段】 ブリッジ・ネットワークを構成するブリッジの、スパニング・ツリー・プロトコル情報を記憶するメモリに、既に設定されているスパニング・ツリーの状況を示す情報を保持し、ルート・ブリッジから特定のブリッジまで新規にスパニング・ツリーを設定する際に、保持された情報を参照して新規のスパニング・ツリーを構成するパスを選択する。

本発明のSTP処理モジュールの構成 (その1)



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ブリッジ・ネットワークを構成するブリッジの、スパニング・ツリー・プロトコル情報を記憶するメモリに、既に設定されているスパニング・ツリーの状況を示す情報を保持し、

ルート・ブリッジから特定のブリッジまで新規にスパニング・ツリーを設定する際に、

保持された情報を参照して新規のスパニング・ツリーを構成するパスを選択することを特徴とするスパニング・ツリー設定方式。

【請求項 2】 請求項 1 記載のスパニング・ツリー設定方式であって、

ブリッジ・ネットワークを構成するブリッジの、スパニング・ツリー・プロトコル情報を記憶する上記メモリに、新たにブリッジ・ネットワークに設定されたスパニング・ツリーの本数を該ブリッジのポート毎に保持し、

ルート・ブリッジから特定のブリッジまで新規にスパニング・ツリーを設定する際に、  
該ルート・ブリッジから当該ブリッジまでのパス・コストのみでなく、スパニング・ツリーの本数の和も参照してスパニング・ツリーを構成するパスを選択することを特徴とするスパニング・ツリー設定方式。

【請求項 3】 請求項 1 記載のスパニング・ツリー設定方式であって、

ブリッジ・ネットワークを構成するブリッジの、マルチプル・スパニング・ツリー・プロトコル情報を記憶する上記メモリに、新たにスパニング・ツリーが設定される度に値を増加させるパス・コスト加算値をポート毎に保持し、

ルート・ブリッジから特定のブリッジまで新規にスパニング・ツリーを設定する際に、

該パス・コスト加算値を B P D U (Bridge Protocol Data Unit) のパス・コスト・フィールドのパス・コスト値に加算してスパニング・ツリーを構成するパスを選択することを特徴とするスパニング・ツリー設定方式。

【請求項 4】 請求項 1 記載のスパニング・ツリー設定方式であって、

ブリッジ・ネットワークを構成するブリッジの、マルチプル・スパニング・ツリー・プロトコル情報を記憶する上記メモリに、新たにリンクに対して予約された帯域を除いた空き帯域情報を保持し、

該空き帯域情報を利用してスパニング・ツリーを構成するパスを選択することを特徴とするスパニング・ツリー設定方式。

【請求項 5】 ブリッジ・ネットワークを構成するブリッジに、新たにブリッジのポートの負荷状況を動的に監視するポート負荷監視部を設け、

該ブリッジのマルチプル・スパニング・ツリー・プロトコル情報を記憶するメモリに、新たに該ポート負荷監視部が取得した負荷情報をポート毎に保持し、該負荷情報

を用いてスパニング・ツリーを構成するパスを選択することを特徴とするスパニング・ツリー設定方式。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、ブリッジを介して端末間又はローカル・エリア・ネットワーク（これは、Local Area Networkの頭文字による略語で、「LAN」と略記される。独立な単語として使用する場合には略語を使用しないが、他のテクニカル・タームとの複合語になる場合には略語を用いる。）間のルーティングを行なって通信するブリッジ・ネットワークにおけるスパニング・ツリー（この英語はSpanning Tree である。）設定方式に係り、特に、マルチプル・スパニング・ツリー・プロトコル（この英語はMultiple Spanning Tree Protocol で、「MSTP」と略記されることが多い。図面では上記略語を用い、明細書では独立な単語として使用する場合には略語を使用しないが、他のテクニカル・タームとの複合語になる場合には略語を用いる。）によってスパニング・ツリーを設定する場合に、スパニング・ツリーの重なりを軽減してブリッジ・ネットワークの負荷を分散することができるスパニング・ツリー設定方式に関する。

【0002】 図 17 は、メッシュ型のブリッジ・ネットワークの例である。図 17 において、101乃至107は複数のローカル・エリア・ネットワークや複数の端末（図示していない。）を収容しているブリッジで、各々のブリッジ間を接続する線で表現されているのがリンクである。又、各々のブリッジとリンクとの接続点がブリッジのポートである。

【0003】 そして、詳細は後で説明するが、各々のブリッジにはブリッジ ID が設定されており、各々のリンクにはリンク・コストが設定されている。ブリッジ ID はブリッジを表わす円の中に記載してあり、リンク・コストはリンクの脇に括弧で囲んだ数で記載してある。図 17 のように、通常、各々のブリッジは複数のポートを有しており、ブリッジ・ネットワークはメッシュを有する構造になっている。このため、伝送情報が全てのリンクを通ることができるようにすると、伝送情報が複数のリンクによって形成されるループを巡回することができてループを巡回する伝送情報が増加してゆくという現象が生ずる。極端な場合、伝送情報を搭載するフレームが巡回する伝送情報によって満たされてしまうとブリッジ・ネットワークは通信能力を失う。これをブリッジ・ネットワークのメルト・ダウンという。

【0004】 従って、リンクによるループの形成を回避する必要がある、このための技術がスパニング・ツリー・プロトコル（英語はSpanning Tree Protocolで、略語は「STP」である。図面では上記略語を用い、明細書では独立な単語として使用する場合には略語を使用しないが、他のテクニカル・タームとの複合語になる場合に

は略語を用いる。)と呼ばれる技術である。

【0005】これは、ルート(Root。根である。)となるブリッジを決め、そこからツリー状にリンクを選択してスパニング・ツリーを設定し、スパニング・ツリーに含まれるリンク以外のリンクを伝送情報が通ることを禁止するものである。これによって、ループが形成されることがなくなり、ブリッジ・ネットワークのメルト・ダウンを回避することができる。

【0006】後で詳述するように、スパニング・ツリー・プロトコルには基本的なプロトコルと改良型のプロトコルがあるが、改良型のプロトコルの1つであるマルチ  
10 ブル・スパニング・ツリー・プロトコルによってスパニング・ツリーを設定する場合に、スパニング・ツリーの重なりを軽減してブリッジ・ネットワークの負荷を分散することができるスパニング・ツリー設定方式を実現することが強く求められている。

【0007】

【従来の技術】図18は、図17のブリッジ・ネットワークでのスパニング・ツリーである。図18のブリッジ・ネットワークの構成は図17の構成と全く同じなので  
20 構成の説明は省略し、スパニング・ツリーとその設定の仕方だけを説明する。図18において、ブリッジ101とブリッジ102との間のリンク、ブリッジ101とブリッジ107との間のリンク、ブリッジ107とブリッジ104との間のリンク、ブリッジ107とブリッジ103との間のリンク、ブリッジ101とブリッジ106との間のリンク、及び、ブリッジ106とブリッジ105との間のリンクが太く描かれているが、上記リンクで構成されるのがスパニング・ツリーで、伝送情報は上記リンクだけを通ることが許容される。

【0008】一方、ブリッジ102とブリッジ107、ブリッジ102とブリッジ103、ブリッジ103とブリッジ104、ブリッジ107とブリッジ105、ブリッジ107とブリッジ106、及び、ブリッジ105とブリッジ104との間のリンクが細く描かれているが、これらはスパニング・ツリーに選択されなかったリンクで、伝送情報が上記リンクを通過することが禁止されている。

【0009】そして、伝送情報が通ることができるリンクをスパニング・ツリーを構成するリンクだけに限定しても、任意のブリッジ間の情報伝送が可能であることは容易に理解できる。ところで、各々のブリッジにはブリ  
40 ジID (Bridge Identifier) が決められている。これは、各々のブリッジを区別できるように、ブリッジ・ネットワークの運用者が設定したものである。又、各々のリンクにはリンク・コストが設定されている。リンク・コストは、リンクの帯域に応じて設定したもので、帯域が広いリンクほど小さい値のリンク・コストを設定する。

【0010】さて、図18に示したスパニング・ツリー

を設定するには下記のようにすればよい。まず、各々のブリッジは図19に示すようなBPDU (Bridge Protocol Data Unit)の頭文字による略語である。明細書及び図面でこの略語を用いる。)という制御メッセージを生成してブリッジ・ネットワーク中の他のブリッジに同報する。

【0011】ここで、BPDUには、プロトコルID、プロトコル・バージョン、BPDUタイプ、種々のフラグと共に下記の情報が記載されている。即ち、ルート・ブリッジのIDであるルートID、ルート・ブリッジからのパスを形成するリンクのリンク・コストを加算したルート・パス・コスト、当該BPDUを送信したブリッジのブリッジID、当該ブリッジが当該BPDUを送信したポートのポートID、ブリッジが能動状態であることをブリッジ間で定期的にやりとりするハロー・パケットの送信時刻であるメッセージ・エイジ、ハロー・パケットが着信しない時に障害であると判定する基準の時間であるマクシマム・エイジ、ハロー・パケットを送信する間隔、及び、ブリッジ・ネットワークが障害から復旧するまでの待ち時間であるフォワーディング・ディレイが記載されている。

【0012】図19に示したBPDUを互いに通知しあうことにより、各々のブリッジが互いの情報を共有しあうことができる。情報を共有すると、まず最初にブリッジIDが最も小さいブリッジがルート・ブリッジに選ばれる。図16のブリッジ・ネットワーク構成の場合、ブリッジ101が最もブリッジIDが小さいのでルート・ブリッジとなる。

【0013】次に、各ブリッジにおいてルート・ブリ  
30 ジから最小のパス・コストになるようなパスが選択される。図16の場合、例えば、ルート・ブリッジであるブリッジ101からブリッジ106に至るパスは、ブリッジ101から直接ブリッジ106に至るパス、ブリッジ101からブリッジ107を経由してブリッジ106に至るパスなど複数のパスがありうるが、ブリッジ101から直接ブリッジ106に至るパスのパス・コストが20で最小であるため、ブリッジ101から直接ブリッジ106に至るパスがスパニング・ツリーの1つのパスとして選択される。同様な処理を他のブリッジについて行  
40 なうと、図18に太い実線で示したスパニング・ツリーが確定される。尚、図17のブリッジ・ネットワーク構成においては、複数の方路からBPDUが到着するが、パス・コストが最小のBPDUが選択されて、スパニング・ツリーの構築に使用される。

【0014】さて、図20はブリッジの基本構成である。図20において、1は受信情報の内BPDUを選択的に受信してスパニング・ツリーを構築するSTP処理モジュール、2は受信情報の内データ・パケットを選択的に受信して処理するデータ・パケット処理モジュールである。ここで、ブリッジはBPDU及びデータ・パケ

ットの先頭に付加されているイーサネット・ヘッダの中のイーサネット・タイプによってBPD Uとデータ・パケットを判別でき、BPD Uが到着した時にはSTP処理モジュール1に、データ・パケットが到着した時にはデータ・パケット処理モジュール2に送る、図21は、従来のブリッジにおけるSTP処理モジュールの構成である。

【0015】図21において、11はBPD Uを受信する制御インタフェース部（図21ではInterfaceのIとFとによって「IF」と略記している。以降、図では同様に記載する。）である。12は受信したBPD U情報を記憶するメモリで、従来のSTP処理モジュールの場合には受信したBPD U情報を記憶するSTP情報記憶部12-1がメモリ12の中に構成されている。

【0016】13はSTP情報記憶部12-1に記憶されたBPD U情報を元にSTP情報を計算するSTP計算部である。15は上記構成要素を接続するバスである。ブリッジの各ポートで受信したBPD U情報はSTP情報記憶部12-1に保持され、STP計算部13によってバス・コストが最小となるポートが選択される。

【0017】図22は、従来のメモリの格納情報で、図22（イ）は、この格納情報を持つブリッジ自体の情報であるブリッジ情報、図22（ロ）は、ブリッジ・ネットワークの構成にかかわる構成情報である。ブリッジ情報としては、ブリッジを区別するためのブリッジID

（この場合20）、ハロー・パケットを送信する間隔であるハロー・タイム（この場合2秒）、ハロー・パケットを受信できずにブリッジ・ネットワークに障害が生じたと判断するための基準時間マクシマム・エイジ（この場合20秒）、及び、障害からの復旧の待ち時間であるフォワーディング・ディレイ（この場合15秒）と、当該ブリッジのポート毎のバス・コスト（この場合、ポートIDが1のポートは10、ポートIDが2のポートは20、ポートIDが3のポートは15である。）が格納される。このバス・コストは、BPD Uがポートを通過する度に図19のBPD UのRoot Path Costに加算される。例えば、BPD UがポートIDが1のポートを通過するとバス・コスト10が加算される。そして、加算されたバス・コストが後続のブリッジに伝達され、そういうBPD Uが複数の方路から到達するので、全てのブリッジはブリッジ・ネットワークの構成と状況を知ることができるのである。

【0018】又、構成情報としては、当該ブリッジのポート毎にルートID、バス・コスト、送信ブリッジID及び送信ポートIDが格納される。ここで、リンク・コストには、当該ポートに接続されるリンクのリンク・コストが格納される。この場合は、ポートIDが1のポートのリンク・コストは10、ポートIDが2のポートのリンク・コストは20、ポートIDが3のポートのリンク・コストは15である。

【0019】又、ルートIDには、受信したBPD Uの中で最もブリッジIDが小さかったブリッジのIDが格納される。この場合は、ブリッジIDが12のブリッジがルート・ブリッジに決まってい、12が格納されている。又、バス・コストには、当該ポートに到着したBPD Uの中で最も値が小さかったバス・コストが格納される。例えば、ポートIDが1のポートについては20が格納されている。

【0020】又、送信ブリッジIDには、最も小さいバス・コストであったBPD Uを送信したブリッジのIDが格納される。例えば、ポートIDが1のポートについてはブリッジID25が格納されている。更に、送信ポートIDには、最も小さいバス・コストであったBPD Uを送信したブリッジのポートIDが格納される。例えば、ポートIDが1のポートについては、1が格納されている。

【0021】このようなSTP情報を格納しておくことによって、各々のブリッジはどのポートにバス・コストがいくらのバスが接続されていて、そのバスがどのブリッジのどのポートに至るかを知らることができ、これを基準に伝送情報を送信することができる。参考までに、スパニング・ツリー・プロトコルは、ツリー状のバスに障害が発生した時には、一旦ブリッジ・ネットワークでの通信を全て停止し、障害が生じたリンクを除いて新たにスパニング・ツリーを再構築する機能を備えている。障害検出はマクシマム・エイジを過ぎてもハロー・パケットが到着しないことで行ない、再構築のための待ち時間はフォワーディング・ディレイで規定されている。

【0022】上記スパニング・ツリー・プロトコルの改良方式として、障害時の復旧時間を大幅に短縮できるラビッド・スパニング・ツリー・プロトコル（「RSTP」と略記される。英語は、Rapid Spanning Tree Protocolである。）がある。これは、スパニング・ツリー・プロトコルと同様に、ブリッジ・ネットワーク全体で単一のスパニング・ツリーのみを設定するものである。

【0023】ここで、スパニング・ツリー・プロトコルと異なるのは、各ブリッジにおいてルート・ポートの代替ポートになりうるポートがある場合、代替ポートを明示的に決めておき、ルート・ポートに障害が生じた時には即座に代替ポートをルート・ポートにすることで、障害検出のためのタイマーを必要としないという特徴を持っている。又、ポートを切り替えた後にブリッジに収容されている端末やローカル・エリア・ネットワークとの間で明示的なアクノレジメント（Acknowledgement）のやりとりを行なうことができるようになっている。従って、障害からの短時間での復旧が可能である。

【0024】更に、ラビッド・スパニング・ツリー・プロトコルの改良方式に、ブリッジ・ネットワーク上に複数のスパニング・ツリーを設定できるマルチプル・スパニング・ツリー・プロトコルがある。これは、仮想LA

N毎に異なるスパニング・ツリー（これをマルチプル・スパニング・ツリー・インスタンス「MSTI」という英語はMultiple Spanning Tree Instanceである。）を構築することができるため、スパニング・ツリー・プロトコルによる単一のスパニング・ツリーでは利用されなかったリンクも有効に利用することが可能になり、負荷分散を図り得ることが期待できる方式である。

【0025】図23は、従来のマルチプル・スパニング・ツリー・プロトコルのSTP情報記憶部の格納情報で、スパニング・ツリー・プロトコルのSTP情報記憶部と同様にブリッジ情報と構成情報とがある。格納情報の内容は本質的にスパニング・ツリー・プロトコルのSTP情報記憶部の格納情報と同じであるが、構成情報は、スパニング・ツリー・インスタンス（「STI」と略記される。英語はSpanning Tree Instanceである。図面では略語を使用し、複合語になる時には明細書においても略語を用いる。）が複数あるので、スパニング・ツリー・インスタンス毎に格納される。

【0026】図24は、マルチプル・スパニング・ツリー・プロトコルにおけるBPDUFォーマットである。図19に示した、スパニング・ツリー・プロトコルにおけるBPDUに加えて、マルチプル・スパニング・ツリー・プロトコル関連の情報を格納したフィールドMSTI Parameter Setsが記載される。尚、個別のツリー毎の情報が格納されたMSTI Parameter Setsはスパニング・ツリー・インスタンス毎に記載される。

【0027】

【発明が解決しようとする課題】スパニング・ツリー・プロトコル及びラビッド・スパニング・ツリー・プロトコルは、ブリッジ・ネットワーク全体で単一のスパニング・ツリーを設定するだけであるので、スパニング・ツリーに選ばれなかったリンクは定常状態（障害が生じていない状態）では使用できず、ブリッジ・ネットワークの帯域を有効に利用できないという問題がある。

【0028】これに対して、マルチプル・スパニング・ツリー・プロトコルは、複数のスパニング・ツリーを設定できるので、結果的に負荷分散効果を奏することが期待できるが、スパニング・ツリーを設定し終わった後はそれを修正することはしない。即ち、特定のリンク又はパスに仮想LANのスパニング・ツリーが集中しても、空いているリンク又はパスを選択する又は選択しなおすという機能を持っていない。従って、リンクを有効利用できる反面、特定のリンク又はパスにスパニング・ツリーが集中する場合にはブリッジ・ネットワークの負荷に偏りが生ずる恐れがある。

【0029】又、マルチプル・スパニング・ツリー・プロトコルでは、仮想LANのツリー毎にパラメタを設定できるため、マニュアルでパラメタを更新することによって負荷分散が可能であるが、ブリッジ・ネットワーク

の規模が大きくなると設定にかかる労力が大きくなり、時間がかかってあまり実用的ではないという問題がある。

【0030】本発明は、かかる問題点に鑑み、ブリッジ・ネットワークにおけるスパニング・ツリー設定方式に係り、特に、マルチプル・スパニング・ツリー・プロトコルによってスパニング・ツリーを設定する場合に、スパニング・ツリーの重なりを軽減してブリッジ・ネットワークの負荷を分散することができるスパニング・ツリー設定方式を提供することを目的とする。

【0031】

【課題を解決するための手段】第一の発明は、ブリッジ・ネットワークを構成するブリッジの、スパニング・ツリー・プロトコル情報を記憶するメモリに、既に設定されているスパニング・ツリーの状況を示す情報を保持し、ルート・ブリッジから特定のブリッジまで新規にスパニング・ツリーを設定する際に、保持された情報を参照して新規のスパニング・ツリーを構成するパスを選択することを特徴とするスパニング・ツリー設定方式である。

【0032】第一の発明によれば、ブリッジ・ネットワークを構成するブリッジの、スパニング・ツリー・プロトコル情報を記憶するメモリに、既に設定されているスパニング・ツリーの状況を示す情報を保持し、ルート・ブリッジから特定のブリッジまで新規にスパニング・ツリーを設定する際に、保持された情報を参照して新規のスパニング・ツリーを構成するパスを選択するので、スパニング・ツリーの重なりを会費してネットワークの負荷を分散することができる。

【0033】第二の発明は、第一の発明のスパニング・ツリー設定方式であって、ブリッジ・ネットワークを構成するブリッジの、スパニング・ツリー・プロトコル情報を記憶するメモリに、新たにブリッジ・ネットワークに設定されたスパニング・ツリーの本数を該ブリッジのポート毎に保持し、ルート・ブリッジから特定のブリッジまで新規にスパニング・ツリーを設定する際に、該ルート・ブリッジから当該ブリッジまでのパス・コストのみでなく、保持したスパニング・ツリーの本数の和も参照してスパニング・ツリーを構成するパスを選択することを特徴とするスパニング・ツリー設定方式である。

【0034】第二の発明によれば、特定のブリッジまで新規にスパニング・ツリーを設定する際に、パス・コストを計算して最小となるパス・コストを持ったポートが複数存在した場合にルート・ブリッジから目的ブリッジまでに既に設定されているスパニング・ツリーの本数が少ないポートを選択することができ、又、設定されたスパニング・ツリーの本数が最小のポートが複数存在する場合にパス・コストが最小となるポートを選択することができ、負荷が低いパスによってスパニング・ツリーを設定することが可能になる。

【0035】第三の発明は、第一の発明のスパニング・ツリー設定方式であって、ブリッジ・ネットワークを構成するブリッジの、マルチプル・スパニング・ツリー・プロトコル情報を記憶するメモリに、新たにスパニング・ツリーが設定される度に値を増加させるパス・コスト加算値をポート毎に保持し、ルート・ブリッジから特定のブリッジまで新規にスパニング・ツリーを設定する際に、該パス・コスト加算値をBPDU (Bridge Protocol Data Unit) のパス・コスト・フィールドのパス・コスト値に加算してスパニング・ツリーを構成するパスを選択することを特徴とするスパニング・ツリー設定方式である。

【0036】第三の発明によれば、ブリッジ・ネットワークを構成するブリッジのマルチプル・スパニング・ツリー・プロトコル情報を記憶するメモリに、スパニング・ツリーが設定される度に値を増加させるパス・コスト加算値をポート毎に保持し、特定のブリッジまで新規にスパニング・ツリーを設定する際に、該パス・コスト加算値を用いてルート・ブリッジから当該ブリッジまでのパス・コストを計算するので、ブリッジ・ネットワークにかかっている負荷を勘案してスパニング・ツリーを設定することができる。

【0037】尚、該パス・コスト加算値を、既に設定されているスパニング・ツリー・インスタンスの本数に比例させる技術、既に設定されているスパニング・ツリー・インスタンスに属する仮想LANの数に比例させる技術、既に設定されているスパニング・ツリー・インスタンスに属する端末の数に比例させる技術が可能である。

【0038】第四の発明は、第一の発明のスパニング・ツリー設定方式であって、ブリッジ・ネットワークを構成するブリッジの、マルチプル・スパニング・ツリー・プロトコル情報を記憶するメモリに、新たにリンクに対して予約された帯域を除いた空き帯域情報を保持し、該空き帯域情報を利用してスパニング・ツリーを構成するパスを選択することを特徴とするスパニング・ツリー設定方式である。

【0039】第四の発明によれば、ブリッジ・ネットワークを構成するブリッジのマルチプル・スパニング・ツリー・プロトコル情報を記憶するメモリに、リンクに対して予約された帯域を除いた空き帯域情報を保持し、該空き帯域情報を利用してスパニング・ツリーの計算を行なうので、空き帯域が少ないリンクはスパニング・ツリーに選択されにくくなり、実効的にスパニング・ツリーの重なりを軽減することができる。

【0040】第五の発明は、ブリッジ・ネットワークを構成するブリッジに、新たにブリッジのポートの負荷状況を動的に監視するポート負荷監視部を設け、該ブリッジのマルチプル・スパニング・ツリー・プロトコル情報を記憶するメモリに、新たに該ポート負荷監視部が取得した負荷情報をポート毎に保持し、該負荷情報を用いて

スパニング・ツリーを構成するパスを選択することを特徴とするスパニング・ツリー設定方式である。

【0041】第五の発明によれば、ブリッジ・ネットワークを構成するブリッジに、ブリッジのポートの負荷状況を動的に監視するポート負荷監視部を設け、該ブリッジのマルチプル・スパニング・ツリー・プロトコル情報を記憶するメモリに、該ポート負荷監視部が取得した負荷情報をポート毎に保持し、該負荷情報を用いてスパニング・ツリーの計算を行なうので、負荷が高いパスに新規のスパニング・ツリーを設定しにくくなり、実効的にスパニング・ツリーの重なりを軽減することができる。

【0042】尚、第四の発明のスパニング・ツリー設定方式において、上記負荷情報が予め設定した閾値を越えた時にスパニング・ツリーの設定を行なうようにしてもよい。該負荷情報が予め設定した閾値を越えた時にスパニング・ツリーの設定を行なうようにすることで、一旦設定した後に該負荷情報が変化した時にスパニング・ツリーの再設定をする際に、同じパスが選択されてハンテイング状態になることを回避することができる。

【0043】

【発明の実施の形態】以降、図面も併用して本発明の技術を詳細に説明する。図1は、本発明のSTP処理モジュールの構成(その1)である。図1において、11はBPDUを受信する制御インタフェース部である。12は受信したBPDU情報を記憶するメモリで、図1の場合は受信したBPDU情報を記憶するSTP情報記憶部12-1と、ブリッジ・ネットワークの負荷情報を記憶する負荷情報記憶部12-2がメモリ12の中に構成されている。

【0044】13はSTP情報記憶部12-1に記憶されたBPDU情報を元にSTP情報を計算するSTP計算部である。15は上記構成要素を接続するバスである。ブリッジの各ポートで受信したBPDU情報はSTP情報記憶部12-1と負荷情報記憶部12-2に保持され、STP計算部13によって両者に格納されている情報を参照してスパニング・ツリー設定のための計算が行なわれる。

【0045】図2は、負荷情報記憶部にSTI本数を格納する場合のメモリの格納情報で、図2(イ)は、この格納情報を持つブリッジ自体の情報であるブリッジ情報、図2(ロ)は、ブリッジ・ネットワークの構成にかかわる構成情報である。ブリッジ情報の1つとして、ブリッジを区別するためのブリッジID、ハロー・パケットを送信する間隔であるハロー・タイム、ハロー・パケットを受信できずにブリッジ・ネットワークに障害が生じたと判断するための時間マクシマム・エイジ、及び、障害からの復旧の待ち時間であるフォワーディング・ディレイが格納されるのは従来の技術と同じである。

【0046】本発明におけるブリッジ情報の特徴は、当該ブリッジのポート毎のSTI本数がポート毎に格納さ



れることである。ここで格納されるSTI本数の意味は、当該ポートに直接接続されるSTI本数である。又、構成情報としては、当該ブリッジのポート毎にリンク・コスト、ルートID、パス・コスト、送信ブリッジID及び送信ポートIDが格納される上に、STI本数が格納される。

【0047】ここで、リンク・コストには、当該ポートに接続されるリンクのリンク・コストが格納される。又、ルートIDには、受信したBPDUの中で最もブリッジIDが小さかったブリッジのIDが格納される。又、パス・コストには、当該ポートに到着したBPDUの中で最も値が小さかったパス・コストが格納される。又、送信ブリッジIDには、最も小さいパス・コストであったBPDUを送信したブリッジのIDが格納される。又、送信ポートIDには、最も小さいパス・コストであったBPDUを送信したブリッジのポートIDが格納される。これらの格納情報は図22の格納情報と同じにしてある。

【0048】本発明の場合には構成情報に、更に、ポート毎にSTI本数が格納される。ここでいうSTI本数は、ルート・ブリッジから図2の格納情報を持つブリッジまでBPDUが通ったポートのSTI本数の累積値を意味し、ポートIDが1のポートでは1、ポートIDが2のポートでは5、ポートIDが3のポートでは6である例を記載している。

【0049】このようなSTP情報を格納しておくことによって、各々のブリッジはどのポートにパス・コストがいくらのパスが接続されていて、そのパスがどのブリッジのどのポートに至るかを知らることができてスパニング・ツリーを設定でき、また、これを基準に伝送情報を送信することができる。尚、図2のメモリの格納情報に対応するBPDUのフォーマットの例を図3に示す。これは、図24に示したBPDUのフォーマットに、STI設定本数フィールドを追加したものである。該STI設定本数フィールドには1バイトを与えればよい。

【0050】さて、図2の格納情報を持ってスパニング・ツリーを設定する場合、2つの手順があるので、それらを順に説明する。その第一の手順は、従来のスパニング・ツリーの計算と同様に、まずパス・コストを計算して最小のパス・コストとなるポートを選択してスパニング・ツリーを設定する。その結果、パス・コストが最小となるポートが複数存在する場合には、従来は送信ブリッジIDが小さい方のポートを選択していたのを、ルート・ブリッジから目的ブリッジまでの既に設定されているSTI本数が少ない方のポートを選択する。

【0051】これにより、既に設定されているSTI本数という負荷情報を反映させてスパニング・ツリーを設定できるので、従来のパス選択方式を踏襲しつつスパニング・ツリーの重なりを軽減することができる。又、第二の手順は、既に設定されているSTI本数が最小のポ

ートをまず選択し、STI本数が最小であるポートが複数存在する場合に、スパニング・ツリー・プロトコルによって計算したパス・コストを参照し、パス・コストが小さい方のポートを選択する。

【0052】これにより、パス・コストに先んじて既に設定されているSTI本数という負荷情報を反映させてスパニング・ツリーを設定できるので、スパニング・ツリーの重なりを最小化することができる。図4は、負荷情報記憶部にパス・コスト加算値を格納する場合のメモリの格納情報で、図4(イ)は、ブリッジ情報、図4(ロ)は、構成情報である。

【0053】ブリッジ情報の1つとして、ブリッジを区別するためのブリッジID、ハロー・パケットを送信する間隔であるハロー・タイム、ハロー・パケットを受信できずにブリッジ・ネットワークに障害が生じたと判断するための時間マクシマム・エイジ、及び、障害からの復旧の待ち時間であるフォワーディング・ディレイが格納されるのは既に説明した技術と同じである。

【0054】本発明におけるブリッジ情報の特徴は、ブリッジ情報として当該ブリッジのポート毎のパス・コスト加算値がポート毎に格納されることである。ここで格納されるパス・コスト加算値は、通常のパス・コストに加算する値で、当該ポートがスパニング・ツリーに選択されてスパニング・ツリーが設定される度にパス・コストに加算されてゆくものである。

【0055】又、構成情報としては、当該ブリッジのポート毎にリンク・コスト、ルートID、パス・コスト、送信ブリッジID及び送信ポートIDが格納される。ここで、リンク・コストには、当該ポートに接続されるリンクのリンク・コストが格納される。又、ルートIDには、受信したBPDUの中で最もブリッジIDが小さかったブリッジのIDが格納される。この場合は、ブリッジIDが12のブリッジがルート・ブリッジに決まって、12が格納される。又、パス・コストには、当該ポートに到着したBPDUの中で最も値が小さかったパス・コストが格納される。又、送信ブリッジIDには、最も小さいパス・コストであったBPDUを送信したブリッジのIDが格納される。又、送信ポートIDには、最も小さいパス・コストであったBPDUを送信したブリッジのポートIDが格納される。これらの格納情報は図22の格納情報と同じにしてある。

【0056】概略は上にした如く、当該ポートがスパニング・ツリーに選択されてスパニング・ツリーが設定される度に構成情報の中のリンク・コストに該パス・コスト加算値を加算したものを当該ポートのパス・コストとして扱う。図4の例では、STI#1のBPDUがポートIDが1のポートから到着した場合、通常のリンク・コスト10に対してポートIDが1のポートのパス・コスト加算値20が加算されるため、当該ブリッジを通る際にBPDUのパス・コストには30が記載されること



になる。

【0057】従って、負荷が大きいポートがスパニング・ツリーに選択されにくくなり、スパニング・ツリーの重なりを軽減することが可能になる。尚、パス・コスト加算値は特別な負荷情報ではないので、特別なBPDUを規定する必要はなく、図24に示したBPDUをブリッジ間で転送すればよい。さて、上ではパス・コスト加算値として一定値を用いる技術の説明したが、ブリッジ・ネットワークの負荷状況に応じた値をパス・コスト加算値として利用することも可能である。

【0058】これは、最も基本的には、既に設定されているスパニング・ツリー・インスタンスの規模に比例した値を利用することである。これにより、既に設定されているスパニング・ツリーの規模が大きいリンクが新たに設定されるスパニング・ツリーに選択されにくくなるので、スパニング・ツリーの重なりを軽減することができる。

【0059】尚、既に設定されているスパニング・ツリー・インスタンスの規模に応じた値の $a$ 乗（ $a$ は1より大きい正の数）に比例させるようにすれば、一般的には既に設定されている規模が大きいスパニング・ツリー・インスタンスに選択されているリンクが新たに設定されるスパニング・ツリーに選択されにくくなる度合いが更に大きくなり、既に設定されているスパニング・ツリー・インスタンスの規模に応じた値の $a$ 乗根に比例させるようにすれば、一般的には既に設定されている規模が大きいスパニング・ツリー・インスタンスに選択されているリンクが新たに設定されるスパニング・ツリーに選択されにくくなる度合いが若干小さくなる。この選択はブリッジ・ネットワーク運用の方針に従えばよい。

【0060】さて、スパニング・ツリー・インスタンスの規模を表わすその他の数値としてスパニング・ツリー・インスタンス内に収容されている仮想LANの数や、スパニング・ツリー・インスタンスに属する端末の数を利用することができる。仮想LANの数や端末数はブリッジ・ネットワークの運用者が判っている値であり、これをメモリに格納して利用すればよい。

【0061】図5は、本発明のSTP処理モジュールの構成（その2）である。図5において、11はBPDUを受信する制御インタフェース部である。12は受信したBPDU情報を記憶するメモリで、この場合は受信したBPDU情報を記憶するSTP情報記憶部12-1と、ブリッジ・ネットワークの空き帯域を記憶する空き帯域記憶部12-3がメモリ12の中に構成されている。

【0062】13はSTP情報記憶部12-1に記憶されたBPDU情報を元にSTP情報を計算するSTP計算部である。15は上記構成要素を接続するバスである。ブリッジの各ポートで受信したBPDU情報はSTP情報記憶部12-1と空き帯域記憶部12-3に保持

され、STP計算部13によって両者に格納されている情報を参照してスパニング・ツリー設定のための計算が行なわれる。

【0063】図6は、メモリに空き帯域を格納する場合のメモリの格納情報で、図6（イ）は、この格納情報を持つブリッジ自体の情報であるブリッジ情報、図6

（ロ）は、ブリッジ・ネットワークの構成にかかわる構成情報である。ブリッジ情報の1つとして、ブリッジを区別するためのブリッジID、ハロー・パケットを送信する間隔であるハロー・タイム、ハロー・パケットを受信できずにブリッジ・ネットワークに障害が生じたと判断するための時間マクシマム・エイジ、及び、障害からの復旧の待ち時間であるフォワーディング・ディレイが格納されるのは既に説明した技術と同じである。

【0064】本発明におけるブリッジ情報の特徴は、当該ブリッジのポート毎の空き帯域情報がポート毎に格納されることである。この例では、ポートIDが1のポートに接続されているリンクの空き帯域が50M（メガ・ビット/秒）、ポートIDが2のポートに接続されているリンクの空き帯域が100M、ポートIDが3のポートに接続されているリンクの空き帯域が70Mである。

【0065】又、構成情報としては、当該ブリッジのポート毎にリンク・コスト、ルートID、パス・コスト、送信ブリッジID及び送信ポートIDが格納される。ここで、リンク・コストには、当該ポートに接続されるリンクのリンク・コストが格納される。又、ルートIDには、受信したBPDUの中で最もブリッジIDが小さかったブリッジのIDが格納される。又、パス・コストには、当該ポートに到着したBPDUの中で最も値が小さかったパス・コストが格納される。又、送信ブリッジIDには、最も小さいパス・コストであったBPDUを送信したブリッジのIDが格納される。又、送信ポートIDには、最も小さいパス・コストであったBPDUを送信したブリッジのポートIDが格納される。これらの格納情報は既に説明した格納情報と同じにしてある。

【0066】このようなSTP情報を格納しておくことによって、各々のブリッジはどのポートに空き帯域がいくらのリンクが接続されているか知ることができてスパニング・ツリーを設定でき、また、これを基準に伝送情報を送信することができる。図6のメモリの格納情報に対応するBPDUのフォーマットを図7に示す。これは、図24に示したBPDUのフォーマットのMSTIパラメータ・セットに、リンクの予約状況を示す情報を付加したものである。

【0067】ここで、1ビットの「予約」フィールドには、当該BPDUが帯域予約をしている時に“1”をたてる。又、1ビットの「予約不可」フィールドには、空き帯域が要求帯域未満の場合に“1”をたて、スパニング・ツリー・インスタンスの候補から外す。又、「予約帯域」フィールドには、要求帯域を記述する。さて、図

6の格納情報を持ってスパニング・ツリーを設定する場合、BPD Uに記載されている要求帯域とメモリに格納している空き帯域を比較して、要求帯域を確保できる経路の中で最もパス・コストが小さいものがスパニング・ツリーに選択される。これにより、帯域の確保が可能なスパニング・ツリーの設定が可能になる。

【0068】以上の技術は、スパニング・ツリーがどのように張られているかという観点の負荷情報を用いてスパニング・ツリー設定のための計算を行なう技術で、静的な負荷情報を用いて確率的に負荷分散を図るものである。即ち、例えば、スパニング・ツリー・インスタンスが2本張られているポートは3本張られているポートより確率的に負荷が小さいであろうという考えに基づいて負荷分散を図るものである。

【0069】これに対して、ブリッジ・ネットワークの中の動的な負荷状況を知ってスパニング・ツリーの設定のための計算を行なう技術も可能である。以降、動的な負荷状況に基づいてスパニング・ツリーを設定する技術を説明する。図8は、本発明のSTP処理モジュールの構成(その3)である。図8において、11はBPD Uを受信する制御インタフェース部である。

【0070】12は受信したBPD U情報を記憶するメモリで、この場合は受信したBPD U情報を記憶するSTP情報記憶部12-1と、ブリッジ・ネットワークの負荷情報を記憶する負荷情報記憶部12-2がメモリ12の中に構成されている。13はSTP情報記憶部12-1に記憶されたBPD U情報を元にSTP情報を計算するSTP計算部である。

【0071】14は各々のポートに接続されているリンクの使用率を監視するポート負荷監視部である。リンクの使用率には、通過するパケットの量を計測してリンクの帯域と比較するという公知の技術によって可能である。15は上記構成要素を接続するバスである。ブリッジの各ポートで受信したBPD U情報はSTP情報記憶部12-1と負荷情報記憶部12-2に保持され、又、ポート負荷監視部14が計測したリンクの使用率がメモリ12内の負荷情報記憶部の中に格納される。そして、STP計算部13はSTP情報記憶部12-1、負荷情報記憶部12-2に格納されている情報を参照してスパニング・ツリー設定のための計算が行なわれる。

【0072】図9は、負荷情報記憶部にリンク使用率を格納する場合のメモリの格納情報で、図9(イ)は、この格納情報を持つブリッジ自体の情報であるブリッジ情報、図9(ロ)は、ブリッジ・ネットワークの構成にかかわる構成情報である。ブリッジ情報の1つとして、ブリッジを区別するためのブリッジID、ハロー・パケットを送信する間隔であるハロー・タイム、ハロー・パケットを受信できずにブリッジ・ネットワークに障害が生じたと判断するための時間マクシマム・エイジ、及び、障害からの復旧の待ち時間であるフォワーディング・デ

レイが格納されるのは従来の技術と同じである。

【0073】本発明におけるブリッジ情報の特徴は、当該ブリッジのポート毎のリンク使用率がポート毎に格納されることである。又、構成情報としては、当該ブリッジのポート毎にリンク・コスト、ルートID、パス・コスト、送信ブリッジID及び送信ポートIDが格納される上に、STI本数が格納される。

【0074】ここで、リンク・コストには、当該ポートに接続されるリンクのリンク・コストが格納される。

又、ルートIDには、受信したBPD Uの中で最もブリッジIDが小さかったブリッジのIDが格納される。又、パス・コストには、当該ポートに到着したBPD Uの中で最も値が小さかったパス・コストが格納される。又、送信ブリッジIDには、最も小さいパス・コストであったBPD Uを送信したブリッジのIDが格納される。又、送信ポートIDには、最も小さいパス・コストであったBPD Uを送信したブリッジのポートIDが格納される。これらの格納情報は既に説明した格納情報と同じにしてある。

【0075】このようなSTP情報を格納しておくことによって、各々のブリッジはどのポートにパス・コストがいくらのパスが接続されていて、そのパスがどのブリッジのどのポートに至るかを知らることができてスパニング・ツリーを設定でき、また、これを基準に伝送情報を送信することができる。尚、図9のメモリの格納情報に対応するBPD Uのフォーマットは図3に示したフォーマットにおいて、STI本数フィールドをリンク使用率フィールドとすればよく、該リンク使用率フィールドには1バイトを与えればよい。

【0076】さて、図9の格納情報を持ってスパニング・ツリーを設定する場合、下記のようにする。即ち、図9(ロ)の構成情報の中に格納されている各ポートのリンク・コストを(1-リンク使用率)で除算して新たなリンク・コストとし、該新たなリンク・コストを当該ポートに到着したBPD Uのパス・コスト・フィールドに加算する。

【0077】例えば、図9の例の場合、STI#1のポートIDが1のポートの新しいリンク・コストは $10 / (1 - 0.78) = 45.45 \dots$ となるので、STI#1のポートIDが1のポートに到着したBPD Uのパス・コスト・フィールドにはこの値が加算される。このように、設定されているリンク・コストをリンク使用率で重み付けすることにより、既にリンク使用率が高くなっているリンクはスパニング・ツリーに選択されにくくなる。即ち、時々刻々変化するリンクの負荷状況をダイナミックに反映してスパニング・ツリーを設定、更新することができ、実効的にスパニング・ツリーの重なりを軽減することができる。

【0078】尚、リンク使用率が時々刻々変化するとはいっても、変化が微小な時にもスパニング・ツリーを更

新しては、フォーワーディング・ディレイだけ通信を停止しなければならなくなつて不利が生ずるので、スパニング・ツリーを更新するためのリンク使用率の変化量を定めておき、定めた変化量を越えてリンク使用率が変化した時にスパニング・ツリーの更新を行なうのが好ましい。

【0079】図10は、負荷情報記憶部にリンク使用率と使用率閾値を格納する場合のメモリの格納情報である。図10に示した格納情報と図9に示した格納情報の違いは、ブリッジ情報の中に使用率閾値（この場合、80%）を格納している点である。そして、或るポートのリンク使用率が当該使用率閾値を越えた時だけスパニング・ツリーの更新のための計算を行なう。

【0080】この時、使用率閾値を高く設定するほど上記重み付け後のリンク・コストが大きくなるので、スパニング・ツリーの更新時に生ずる恐れがある所謂ハンテイングを回避することができる。即ち、スパニング・ツリーを更新した時にリンク使用率が使用率閾値を越えたリンクのリンク・コストが使用率閾値を越えたリンク使用率によって重み付けされて、BPDUによって他のブリッジに同報されているので、次にスパニング・ツリーを設定、更新する時には当該リンクのリンク・コストは重み付けされた大きい値として認識されており、スパニング・ツリーに選択されにくくなっているからである。

【0081】以上、本発明の技術を、新たに格納する情報毎に説明してきたが、以降は、具体的なブリッジ・ネットワークを想定して本発明のスパニング・ツリー設定方式に関して説明する。図11は、本発明の技術を具体的に説明するためのブリッジ・ネットワークの構成である。

【0082】図11において、111乃至116はブリッジ・ネットワークを構成するブリッジ、121乃至123はブリッジ111に収容されている端末、124及び125はブリッジ112に収容されている端末、126及び127はブリッジ113に収容されている端末、128はブリッジ116に収容されている端末である。尚、図面の輻輳を避けるために、ブリッジ114及び115には収容端末がないかのように図示しているが、これは図示上だけのことである。

【0083】ここで、端末121、端末124及び端末126で仮想LAN#1（図では単に「#1」と記載している。）を構成しており、端末122及び端末128で仮想LAN#2（#2）を構成しており、端末123、端末127で仮想LAN#3（#3）を構成するものとする。又、ブリッジ111のブリッジIDが最小であるものとする。即ち、ブリッジ111がこのブリッジ・ネットワークのルート・ブリッジである。

【0084】更に、簡単のために、全てのリンク・コストは10であるものとする。これは、図11においてリンクの脇に括弧で囲んだ数で表示してある。そして、仮

想LAN#1のスパニング・ツリーSTI#1は図11の太い実線のように設定されており、仮想LAN#2のスパニング・ツリーSTI#2は図11の細い実線のように設定される時に、新たに仮想LAN#3用のスパニング・ツリーSTI#3を設定する必要が生じたものとする。仮想LAN#3には端末123と端末127が収容されているので、端末123と端末127が収容されているブリッジ111とブリッジ113の間でスパニング・ツリーを設定することになる。尚、ブリッジ113の3つのポートのポートIDは図の左から1、2、3であるものとする。これは、ブリッジ113の近傍に記載した括弧で囲んだ数で表わしている。

【0085】想定により、ブリッジ111のブリッジIDが最小であるから、新たに張りたいスパニング・ツリーSTI#3のルート・ブリッジはブリッジ111となる。そして、ブリッジ111からブリッジ113までのスパニング・ツリーには図12の乃至の3つの候補がある。図13は、図11のブリッジ・ネットワークにおいて負荷情報記憶部にSTI本数を格納する場合のブリッジ113の格納情報である。

【0086】図11又は図12を見れば判るように、ブリッジ113のポートIDが1のポートにはスパニング・ツリーSTI#1が到達しており、ブリッジ113のポートIDが2と3のポートにはスパニング・ツリーが1つも到達していないので、図13（イ）のブリッジ情報の中のSTI本数にはポートID順に1、0、0が格納されている。

【0087】又、ブリッジ113のポートIDが1のポートから見るとブリッジ111からブリッジ113に至るまでのパスはスパニング・ツリーSTI#1に選択された2つのリンクを経由しており、ブリッジ113のポートIDが2のポートから見るとブリッジ111からブリッジ113に至るまでのパスはスパニング・ツリーSTI#2に選択された1つのリンクを経由しており、ブリッジ113のポートIDが3のポートから見るとブリッジ111からブリッジ113に至るまでのパスにはスパニング・ツリーに選択されたリンクが1つも無い。従って、図13（ロ）の構成情報の中のSTI本数にはポートID順に2、1、0が格納されている。

【0088】上記の例において、まずパス・コストを計算して、パス・コストの最小値が同一になった場合にパス中のSTI本数が少ないパスをスパニング・ツリーに選択する方式を採用すると、パスとパスのパス・コストが20でパスのパス・コストが30となるので、パスとパスについて既に設定されているSTI本数の少ない方のパスがスパニング・ツリーに選択される。

【0089】この場合、パスの方が既に設定されているSTI本数が少ないので、図12のパスが仮想LAN#3のスパニング・ツリー#3（STI#3）として選択される。又、まず既に設定されているSTI本数が

最小のパスを選択し、既に設定されているSTI本数が最小のパスが複数あった時にパス・コストが最小のパスをスパニング・ツリーに選択する方式を採用すると、すでに設定されているSTI本数が0のパスが仮想LAN#3のスパニング・ツリーSTI#3として選択される。

【0090】又、負荷情報記憶部にパス・コスト加算値を設定しておき、既に設定されているSTI本数をパス・コストに反映させる方式を採用する場合、単位のパス・コスト加算値を5とすれば、パスには $5 \times 2 = 10$ が加算され、パスには $1 \times 5 = 5$ が加算され、経路には $0 \times 5 = 0$ が加算されて、各々のトータルのパス・コストは経路が30、経路が25、経路が30となり、経路が選択される。

【0091】又、スパニング・ツリーに属する仮想LANの数で重み付けしてパス・コスト加算値を求める方式を採用する場合、スパニング・ツリーSTI#1には仮想LAN#1が1つ、スパニング・ツリーSTI#2には仮想LAN#2が1つ属しているので、経路の加算値は5、経路の加算値も5、経路の加算値は0となり、各々のトータルのパス・コストは経路が30、経路が25、経路が30となって、経路が選択される。

【0092】又、スパニング・ツリーに属する端末の数で重み付けをして加算値を求める方式を採用すれば、スパニング・ツリーSTI#1には4個の端末が、スパニング・ツリーSTI#2には2個の端末が既に属しており、スパニング・ツリーSTI#3はこれから設定するので既に属している端末は0であるので、1端末当たりの加算値を3とすれば、経路の加算値は $3 \times 4 = 12$ 、経路の加算値は $2 \times 3 = 6$ 、経路の加算値は0となり、各々のトータルのパス・コストは経路が32、経路が26、経路が30となって、経路が選択される。次に、リンクの空き帯域を参照してスパニング・ツリーを設定する方式を採用する場合、図11のブリッジ・ネットワークの各リンクの空き帯域が図14の通りであるとして、スパニング・ツリーSTI#3で帯域50Mが必要であるとすれば、経路は空き帯域が30Mしかなく、経路は空き帯域が40Mしかなく、経路には空き帯域が100Mあるので、経路が選択される。

【0093】又、リンクの使用率を参照してリンク・コスト/(1-使用率)を新たなリンク・コストとしてBPDUのパス・コスト・フィールドに加算してゆく方式を採用する場合、各々のリンクの使用率が図15の通りであるとすれば、経路のパス・コストは $10 / (1 - 0.1) + 10 / (1 - 0.2) = 23.61 \dots$ 、経路のパス・コストは $10 / (1 - 0.9) + 10 / (1 - 0) = 110$ 、経路のパス・コストは $10 / (1 - 0) + 10 / (1 - 0) + 10 / (1 - 0) = 3$

0となり、経路が選択される。

【0094】先にも記載した如く、リンク使用率を監視してスパニング・ツリーを設定する方式では、時々刻々変化するリンク使用率に対してスパニング・ツリーの更新を行なう。今、リンク使用率が図16の如く変化したとすれば、経路のパス・コストは40、経路のパス・コストは26.66...、経路のパス・コストは30となって、スパニング・ツリーSTI#3を経路に設定しなおす。

【0095】この場合、使用率閾値を80%に設定しておき、該使用率閾値を越えて初めてスパニング・ツリーの更新を行なう方式を採用すれば、図16の場合にはリンク使用率が80%を越えるリンクがないのでスパニング・ツリーの更新は行なわない。以上、主として、ブリッジ・ネットワークを構成するブリッジの、スパニング・ツリー・プロトコル情報を記憶するメモリに、新たにブリッジ・ネットワークに設定されたスパニング・ツリーの本数を該ブリッジのポート毎に保持し、ルート・ブリッジから特定のブリッジまで新規にスパニング・ツリーを設定する際に、該ルート・ブリッジから当該ブリッジまでのパス・コストのみでなく、スパニング・ツリーの本数の和も参照してスパニング・ツリーを構成するパスを選択するスパニング・ツリー設定方式、ブリッジ・ネットワークを構成するブリッジの、マルチプル・スパニング・ツリー・プロトコル情報を記憶するメモリに、新たにスパニング・ツリーが設定される度に値を増加させるパス・コスト加算値をポート毎に保持し、ルート・ブリッジから特定のブリッジまで新規にスパニング・ツリーを設定する際に、該パス・コスト加算値をBPDU (Bridge Protocol Data Unit) のパス・コスト・フィールドのパス・コスト値に加算してスパニング・ツリーを構成するパスを選択するスパニング・ツリー設定方式、ブリッジ・ネットワークを構成するブリッジの、マルチプル・スパニング・ツリー・プロトコル情報を記憶するメモリに、新たにリンクに対して予約された帯域を除いた空き帯域情報を保持し、該空き帯域情報を利用してスパニング・ツリーを構成するパスを選択するスパニング・ツリー設定方式、及び、ブリッジ・ネットワークを構成するブリッジに、新たにブリッジのポートの負荷状況を動的に監視するポート負荷監視部を設け、該ブリッジのマルチプル・スパニング・ツリー・プロトコル情報を記憶するメモリに、新たに該ポート負荷監視部が取得した負荷情報をポート毎に保持し、該負荷情報を用いてスパニング・ツリーを構成するパスを選択するスパニング・ツリー設定方式について詳述した。

【0096】これらは全て、「ブリッジ・ネットワークを構成するブリッジの、スパニング・ツリー・プロトコル情報を記憶するメモリに、既に設定されているスパニング・ツリーの状況を示す情報を保持し、保持された情報を参照して新規のスパニング・ツリーを設定する」も

のに他ならない。即ち、「ブリッジ・ネットワークを構成するブリッジの、スパニング・ツリー・プロトコル情報を記憶するメモリに、既に設定されているスパニング・ツリーの状況を示す情報を保持し、保持された情報を参照して新規のスパニング・ツリーを構成するパスを選択するスパニング・ツリー設定方式」が本発明の本質である。

(付記 1) ブリッジ・ネットワークを構成するブリッジの、スパニング・ツリー・プロトコル情報を記憶するメモリに、既に設定されているスパニング・ツリーの状況を示す情報を保持し、ルート・ブリッジから特定のブリッジまで新規にスパニング・ツリーを設定する際に、保持された情報を参照して新規のスパニング・ツリーを構成するパスを選択することを特徴とするスパニング・ツリー設定方式。

(付記 2) 付記 1 記載のスパニング・ツリー設定方式であって、ブリッジ・ネットワークを構成するブリッジの、スパニング・ツリー・プロトコル情報を記憶するメモリに、新たにブリッジ・ネットワークに設定されたスパニング・ツリーの本数を該ブリッジのポート毎に保持し、ルート・ブリッジから特定のブリッジまで新規にスパニング・ツリーを設定する際に、該ルート・ブリッジから当該ブリッジまでのパス・コストのみでなく、スパニング・ツリーの本数の和も参照してスパニング・ツリーを構成するパスを選択することを特徴とするスパニング・ツリー設定方式。

(付記 3) 付記 1 記載のスパニング・ツリー設定方式であって、ブリッジ・ネットワークを構成するブリッジの、マルチプル・スパニング・ツリー・プロトコル情報を記憶するメモリに、新たにスパニング・ツリーが設定される度に値を増加させるパス・コスト加算値をポート毎に保持し、ルート・ブリッジから特定のブリッジまで新規にスパニング・ツリーを設定する際に、該パス・コスト加算値を B P D U (Bridge Protocol Data Unit) のパス・コスト・フィールドのパス・コスト値に加算してスパニング・ツリーを構成するパスを選択することを特徴とするスパニング・ツリー設定方式。

(付記 4) 付記 3 記載のスパニング・ツリー設定方式において、上記パス・コスト加算値を、既に設定されているスパニング・ツリー・インスタンスの本数に比例させることを特徴とするスパニング・ツリー設定方式。

(付記 5) 付記 3 記載のスパニング・ツリー設定方式において、上記パス・コスト加算値を、既に設定されているスパニング・ツリー・インスタンスに属する仮想 LAN の数に比例させることを特徴とするスパニング・ツリー設定方式。

(付記 6) 付記 3 記載のスパニング・ツリー設定方式において、上記パス・コスト加算値を、既に設定されているスパニング・ツリー・インスタンスに属する端末の数に比例させることを特徴とするスパニング・ツリー

設定方式。

(付記 7) 付記 1 記載のスパニング・ツリー設定方式であって、ブリッジ・ネットワークを構成するブリッジの、マルチプル・スパニング・ツリー・プロトコル情報を記憶するメモリに、新たにリンクに対して予約された帯域を除いた空き帯域情報を保持し、該空き帯域情報を利用してスパニング・ツリーを構成するパスを選択することを特徴とするスパニング・ツリー設定方式。

(付記 8) ブリッジ・ネットワークを構成するブリッジに、新たにブリッジのポートの負荷状況を動的に監視するポート負荷監視部を設け、該ブリッジのマルチプル・スパニング・ツリー・プロトコル情報を記憶するメモリに、新たに該ポート負荷監視部が取得した負荷情報をポート毎に保持し、該負荷情報を用いてスパニング・ツリーを構成するパスを選択することを特徴とするスパニング・ツリー設定方式。

(付記 9) 付記 8 記載のスパニング・ツリー設定方式において、上記負荷情報が予め設定した閾値を越えた時にスパニング・ツリーの設定を行なうことを特徴とするスパニング・ツリー設定方式。

(付記 10) 付記 8 記載のスパニング・ツリー設定方式において、上記負荷情報が予め設定した変化量以上に变化した時にスパニング・ツリーの設定を行なうことを特徴とするスパニング・ツリー設定方式。

【0097】

【発明の効果】以上詳述した如く、本発明により、ブリッジ・ネットワークにおけるスパニング・ツリー設定方式に係り、特に、マルチプル・スパニング・ツリー・プロトコルによってスパニング・ツリーを設定する場合に、スパニング・ツリーの重なりを回避してブリッジ・ネットワークの負荷を分散することができるスパニング・ツリー設定方式を実現することができる。

【0098】即ち、第一の発明によれば、ブリッジ・ネットワークを構成するブリッジの、スパニング・ツリー・プロトコル情報を記憶するメモリに、既に設定されているスパニング・ツリーの状況を示す情報を保持し、ルート・ブリッジから特定のブリッジまで新規にスパニング・ツリーを設定する際に、保持された情報を参照して新規のスパニング・ツリーを構成するパスを選択するので、スパニング・ツリーの重なりを回避してネットワークの負荷を分散することができる。

【0099】又、第二の発明によれば、特定のブリッジまで新規にスパニング・ツリーを設定する際に、パス・コストを計算して最小となるパス・コストを持ったポートが複数存在した場合にルート・ブリッジから目的ブリッジまでに既に設定されているスパニング・ツリーの本数が少ないポートを選択することができ、又、スパニング・ツリー出る設定されたスパニング・ツリーの本数が最小のポートが複数存在する場合にパス・コストが最小となるポートを選択することができ、負荷が低いパスに

よってスパニング・ツリーを設定することが可能になる。

【0100】又、第三の発明によれば、ブリッジ・ネットワークを構成するブリッジのマルチプル・スパニング・ツリー・プロトコル情報を記憶するメモリに、スパニング・ツリーが設定される度に値を増加させるパス・コスト加算値をポート毎に保持し、特定のブリッジまで新規にスパニング・ツリーを設定する際に、該パス・コスト加算値を用いてルート・ブリッジから当該ブリッジまでのパス・コストを計算するので、ブリッジ・ネットワークにかかっている負荷を勘案してスパニング・ツリーを設定することができる。

【0101】又、第四の発明によれば、ブリッジ・ネットワークを構成するブリッジのマルチプル・スパニング・ツリー・プロトコル情報を記憶するメモリに、リンクに対して予約された帯域を除いた空き帯域情報を保持し、該空き帯域情報を利用してスパニング・ツリーの計算を行なうので、空き帯域が少ないリンクはスパニング・ツリーに選択されにくくなり、実効的にスパニング・ツリーの重なりを軽減することができる。

【0102】更に、第五の発明によれば、ブリッジ・ネットワークを構成するブリッジに、ブリッジのポートの負荷状況を動的に監視するポート負荷監視部を設け、該ブリッジのマルチプル・スパニング・ツリー・プロトコル情報を記憶するメモリに、該ポート負荷監視部が取得した負荷情報をポート毎に保持し、該負荷情報を用いてスパニング・ツリーの計算を行なうので、負荷が高いパスに新規のスパニング・ツリーを設定しにくくなり、実効的にスパニング・ツリーの重なりを軽減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明のSTP処理モジュールの構成（その1）。

【図2】 負荷情報記憶部にSTI本数を格納する場合のメモリの格納情報。

【図3】 図2のメモリの格納情報に対応するBPDUフォーマット。

【図4】 負荷情報記憶部にパス・コスト加算値を格納する場合のメモリの格納情報。

【図5】 本発明のSTP処理モジュールの構成（その2）。

【図6】 空き帯域記憶部に空き帯域を格納する場合のメモリの格納情報。

【図7】 図6のメモリの格納情報に対応するBPDUフォーマット。

【図8】 本発明のSTP処理モジュールの構成（その

3）。

【図9】 負荷情報記憶部にリンク使用率を格納する場合のメモリの格納情報。

【図10】 負荷情報記憶部にリンク使用率及び使用率閾値を格納する場合のメモリの格納情報。

【図11】 本発明の技術を説明するためのブリッジ・ネットワークの構成。

【図12】 図11のブリッジ・ネットワーク構成におけるSTI#3の3つの候補。

10 【図13】 図11のブリッジ・ネットワークにおいて負荷情報記憶部にSTI本数を格納する場合のブリッジ#3の格納情報。

【図14】 図11のブリッジ・ネットワーク構成におけるリンク使用率。

【図15】 図14の状況から或る時間経過後のリンク使用率。

【図16】 図11のブリッジ・ネットワーク構成における空き帯域状況。

20 【図17】 メッシュ型のブリッジ・ネットワークの例。

【図18】 図17のブリッジ・ネットワークでのスパニング・ツリー。

【図19】 STPにおけるBPDUフォーマット。

【図20】 ブリッジの基本構成。

【図21】 従来のSTP処理モジュールの構成。

【図22】 従来のメモリの格納情報。

【図23】 従来のMSTPのメモリの格納情報。

【図24】 MSTPにおけるBPDUフォーマット。

【符号の説明】

30 1 STP処理モジュール

2 データ・パケット処理モジュール

11 制御インタフェース部

12 メモリ

12-1 STP情報記憶部

12-2 負荷情報記憶部

12-3 空き帯域記憶部

13 STP計算部

14 ポート負荷監視部

15 パス

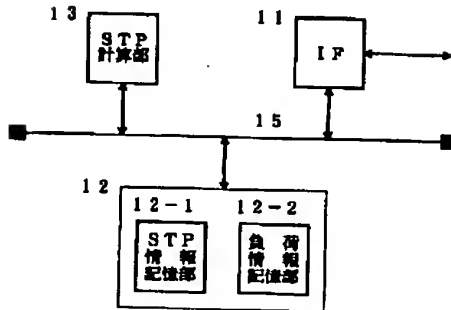
40 101、102、103、104、105、106、107 ブリッジ

111、112、113、114、115、116 ブリッジ

121、122、123、124、125、126、127、128 端末

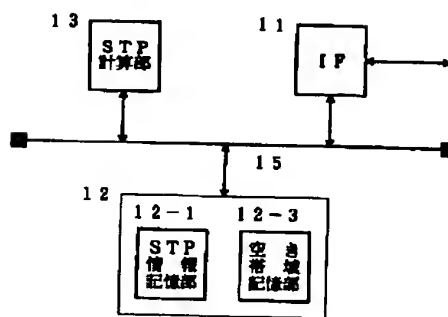
【図1】

本発明のSTP処理モジュールの構成(その1)



【図5】

本発明のブリッジにおけるSTP処理モジュールの構成(その2)



【図19】

STPにおけるBPDUフォーマット

2	Protocol ID
1	Protocol Version
1	BPDU Type
1	Flags
2	Root ID
4	Root Path Cost
2	Bridge ID
2	Port ID
2	Message Age
2	Maximum Age
2	Hellow Time
2	Forwarding Delay

【図2】

負荷情報記憶部にSTI本数を格納する場合のメモリの格納情報

(イ) ブリッジ情報

Bridge ID	20
Hellow Time	2秒
Maximum Age	20秒
Forwarding Delay	15秒

Port ID	STI本数
1	1
2	0
3	2

(ロ) 構成情報

STI#3							
STI#2							
STI#1							
Port ID	Link Cost	Port ID	Root ID	Path Cost	送信 Bridge ID	送信 Port ID	STI本数
1	10	1	10	20	25	1	1
2	20	2	10	32	34	5	5
3	15	3	10	46	17	2	6

【図4】

【図8】

負荷情報記憶部にパス・コスト加算値を格納する場合のメモリの格納情報

本発明のSTP処理モジュールの構成(その3)

(イ) ブリッジ情報

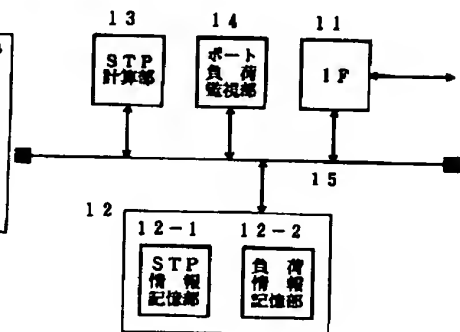
Bridge ID	20
Hellow Time	2秒
Maximum Age	20秒
Forwarding Delay	15秒

Port ID	Path Cost 加算値
1	20
2	0
3	30

(ロ) 構成情報

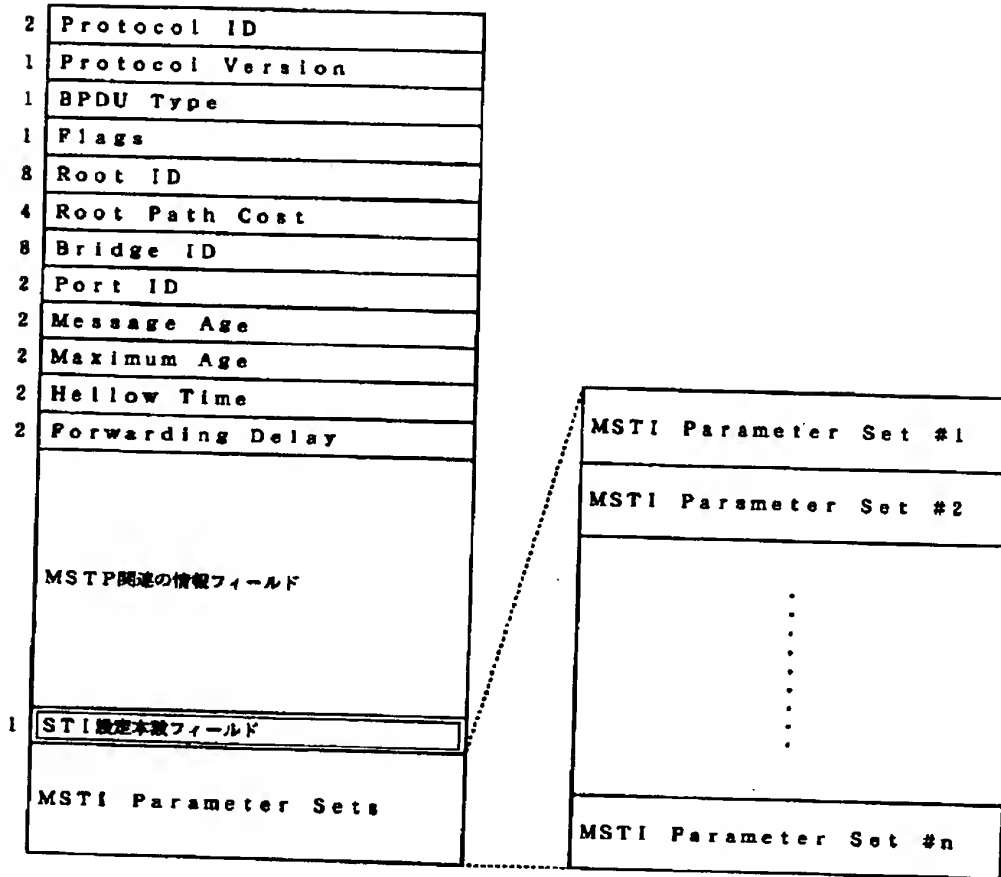
STI#3							
STI#2							
STI#1							
Port ID	Link Cost	Port ID	Root ID	Path Cost	送信 Bridge ID	送信 Port ID	STI本数
1	10	1	10	20	26	1	1
2	20	2	10	32	34	6	5
3	15	3	10	46	17	2	6





【図3】

図2のメモリの格納情報に対応するBPDUフォーマット



【図6】

メモリに空き領域を格納する場合のメモリの格納情報

(イ) ブリッジ情報

Bridge ID	20
Hello Time	2秒
Maximum Age	20秒
Forwarding Delay	15秒

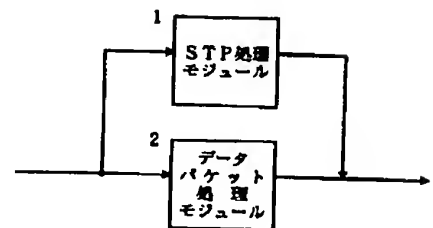
Port ID	空き領域
1	50M
2	100
3	70

(ロ) 橋渡情報

STI#3						
STI#2						
STI#1						
Port ID	Link Cost	Port ID	Root ID	Path Cost	送信 Bridge ID	送信 Port ID
1	10	1	10	20	25	1
2	20	2	10	32	34	8
3	15	3	10	48	17	2

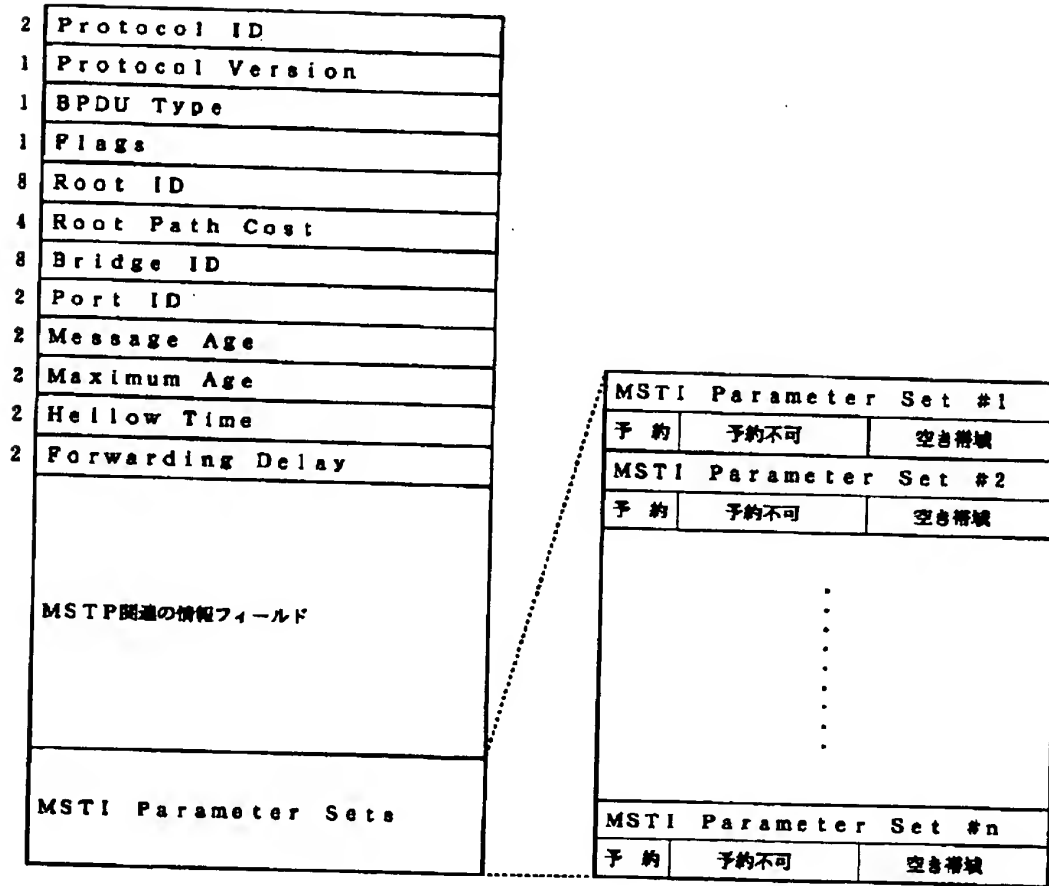
【図20】

ブリッジの基本構成



【図7】

図6のメモリの格納情報に対応するBPDUフォーマット



【図9】

負荷情報記憶部にリンク使用率を格納する場合のメモリの格納情報

(イ) ブリッジ情報

Bridge ID	20
Hellow Time	2秒
Maximum Age	20秒
Forwarding Delay	15秒

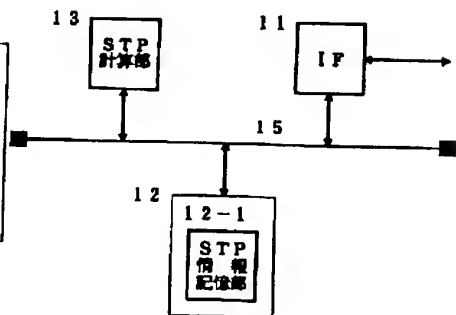
Port ID	リンク使用率
1	78%
2	10
3	42

(ロ) 構成情報

STI #3					
STI #2					
STI #1					
Port ID	Link Cost	Port ID	Root ID	Path Cost	通信 Bridge ID 通信 Port ID
1	10	1	10	20	25 1
2	20	2	10	32	34 6
3	15	3	10	48	17 2

【図21】

従来のSTP処理モジュールの構成



【図10】

負荷情報記憶部にリンク使用率及び使用率閾値を格納する場合のメモリの格納情報

(イ) ブリッジ情報

Bridge ID	20
Hello Time	2秒
Maximum Age	20秒
Forwarding Delay	15秒

Port ID	リンク使用率
1	78%
2	18
3	42

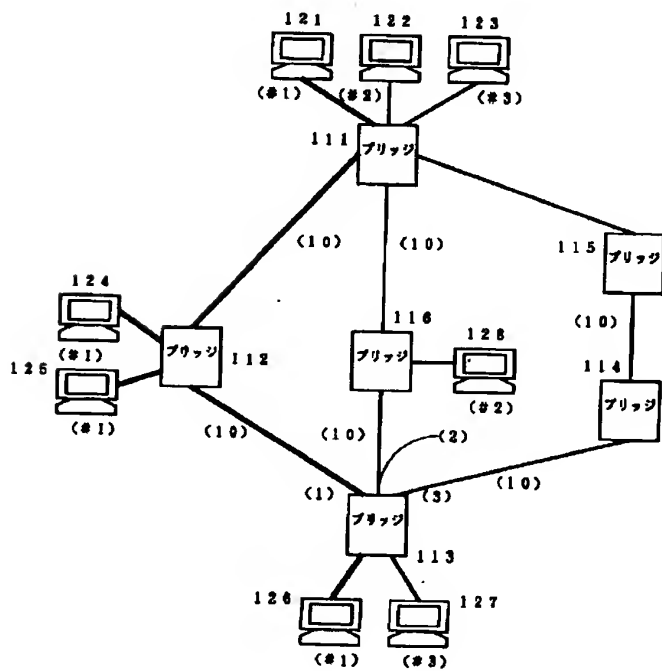
使用率閾値	80%
-------	-----

(ロ) 構成情報

ST1#3						
ST1#2						
ST1#1						
Port ID	Link Cost	Port ID	Root ID	Path Cost	送信 Bridge ID	送信 Port ID
1	10	1	10	20	25	1
2	20	2	10	32	34	6
3	15	3	10	46	17	2

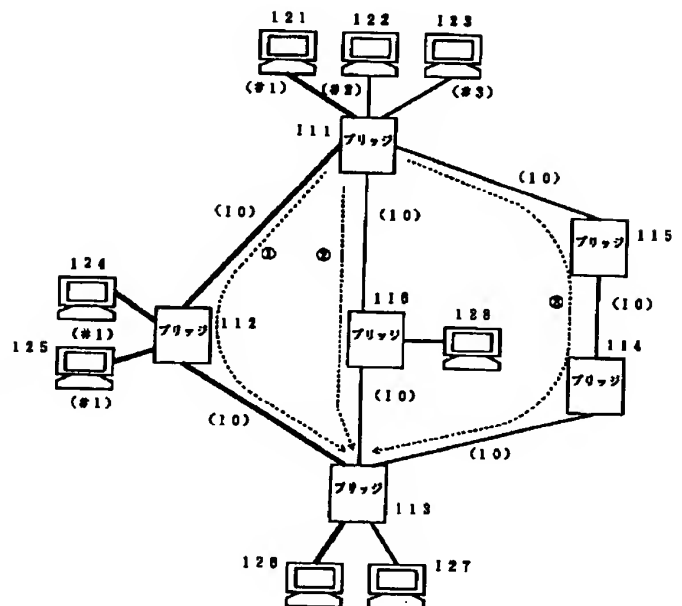
【図11】

本発明の技術を説明するためのネットワーク構成



【図12】

図11のネットワーク構成におけるST1#3の3つの経路



【図13】

図11のブリッジ・ネットワークにおいて  
負荷情報記録時にSTI本数を格納する場合のブリッジ#3の格納情報

(イ) ブリッジ情報

Bridge ID	20
Believe Time	2秒
Maximum Age	20秒
Forwarding Delay	15秒

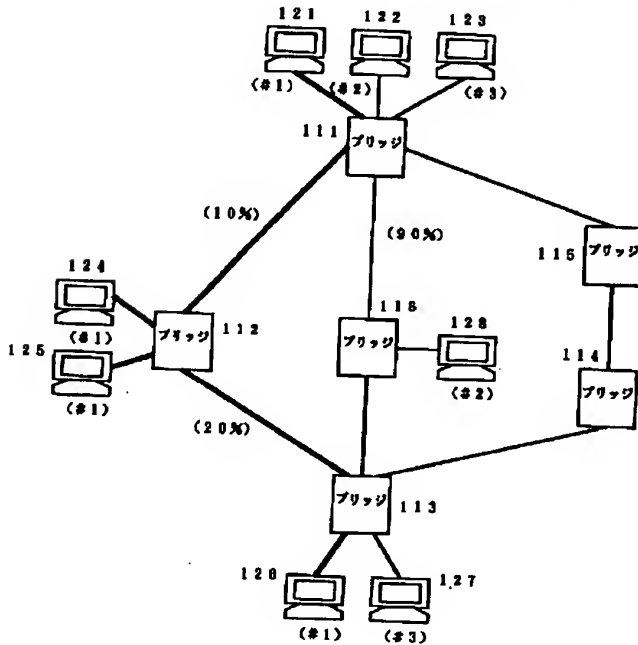
Port ID	STI本数
1	1
2	0
3	0

(ロ) 構成情報

STI#3						
STI#2						
STI#1						
Port ID	Link Cost	Port ID	Root ID	Path Cost	送信 Bridge ID	送信 Port ID
1	10	1	1	20	8	1
2	10	2	1	20	8	1
3	10	3	1	30	4	4

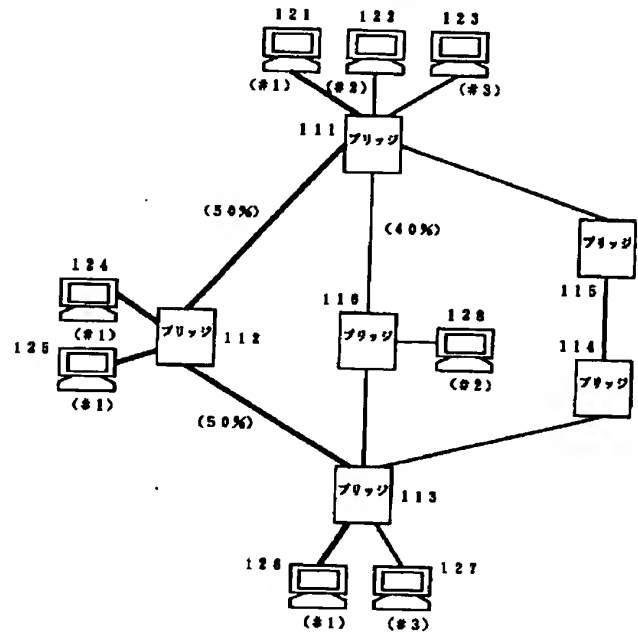
【図14】

図11のネットワーク構成におけるリンク使用率



【図15】

図14の状況から成る時間経過後のリンク使用率



【図22】

従来のメモリの格納情報

(イ) ブリッジ情報

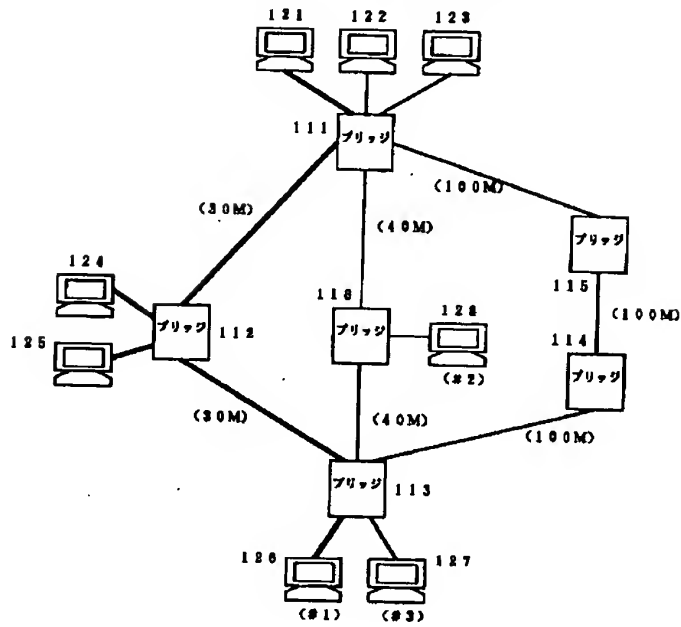
Bridge ID	20
Believe Time	2秒
Maximum Age	20秒
Forwarding Delay	15秒

(ロ) 構成情報

Port ID	Link Cost	Port ID	Root ID	Path Cost	送信 Bridge ID	送信 Port ID
1	10	1	10	20	25	1
2	20	2	10	32	34	8
3	15	3	10	46	17	2

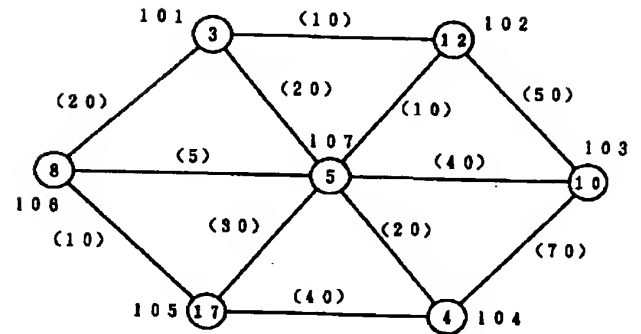
【図16】

図11のネットワーク構成における空き帯域状況



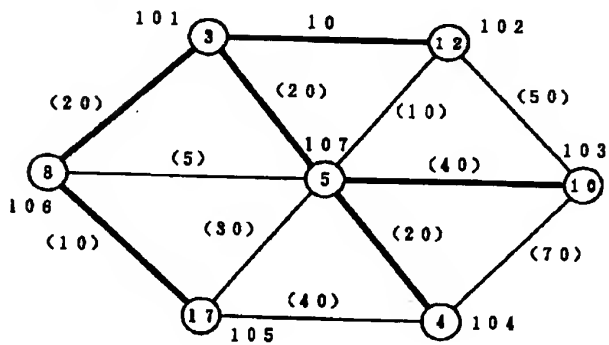
【図17】

メッシュ型のブリッジ・ネットワークの例



【図18】

図17のブリッジ・ネットワークでのスパンニング・ツリー



【図23】

従来のMSTPのメモリの格納情報

(イ) ブリッジ情報

Bridge ID	20
Hello Time	2秒
Maximum Age	20秒
Forwarding Delay	15秒

(ロ) 構成情報

		ST1#3				
		ST1#2				
		ST1#1				
Port ID	Link Cost	Port ID	Root ID	Path Cost	送信 Bridge ID	送信 Port ID
1	10	1	10	20	25	1
2	20	2	10	32	34	8
3	15	3	10	46	17	2

【図24】

MSTPにおけるBPDUフォーマット

